Aus dem Hygienischen Institut der Universität Marburg-Lahn
Direktor: Professor Dr. W. Pfannenstiel

Tierexperimentelle Untersuchungen über Wirkungen von natürlichem Mineralwasser auf Blutzucker, Blutkatalase und Haematopoese bei Vitamin C-Mangel bzw. -Sättigung

Versuche mit „Friedrich-Karl-Sprudel", Bad Vilbel

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DES DOKTORGRADES
IN DER GESAMTEN MEDIZIN
DER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER PHILIPPS-UNIVERSITÄT MARBURG

vorgelegt von

Erich Röhling
approb. Arzt aus Drübeck-Harz

MARBURG-LAHN 1940
BUCHDRUCKEREI HERMANN BAUER

Angenommen von der Medizinischen Fakultät
der Universität Marburg am 16. 2. 1940.

Referent: Professor Dr. Pfannenstiel.

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547922_0161

„Natürliche und künstliche Mineralwässer vergleichen heißt die Frage nach der Möglichkeit eines Ersatzes der ersten durch die letzteren stellen", so schrieb Ulsamer[1] 1935. Bereits im Jahre 1932 vertrat jedoch Pfannenstiel[2] den Standpunkt, daß die Heilquellionen ihren besten Heileffekt aufweisen, wenn sie in der natürlichen Zusammensetzung des Heilwassers verabreicht werden. Es galt nun den Beweis für diese Auffassung zu erbringen. Das ist inzwischen in einer Reihe von Arbeiten mit Erfolg versucht worden. So wies Illényi[3] nach, daß die biologischen Wirkungen von natürlichem Heilwasser, dem Vilbeler-Friedrich-Karl-Sprudel, und von einem diesem künstlich nachgebildeten Mineralwasser auf den Harnsäurestoffwechsel sehr verschieden sind. Während das natürliche Heilwasser eine Senkung des Harnsäurespiegels im Blut bei gleichzeitig vermehrter Harnsäureausscheidung im Urin veranlaßte, also therapeutisch günstig wirkte, ließen die mit dem künstlichen Friedrich-Karl-Sprudel behandelten Tiere eine Harnsäureretentions erkennen. Aehnlich differente Ergebnisse erzielten auch Lay[4] und König[5], die den Serum-Calciumspiegel, die Leukocytenzahl bzw. die Blutbakterizidie nach Einverleibung von natürlichem und künstlichem Friedrich-Karl-Sprudel untersuchten. Nur das natürliche Heilwasser vermochte den Calciumgehalt und die keimfeindliche Kraft des Blutes zu steigern, während die Leukocytenzahl unbeeinflußt blieb. Diese stieg lediglich nach Gaben des künstlichen Mineralwassers etwas an. von Dungern[6] fand bei Versuchen am Menschen ein gegensätzliches Verhalten des natürlichen und künstlichen Altheider-Sprudels im Einfluß auf die Diurese und die pH-Werte des Harnes. Im Tierversuch konnte Wienskowski[7] mit künstlichen Salzgemischen auf den Blutzuckerspiegel keine therapeutische Wirkung nachweisen. Dennoch begegnet man immer noch häufig der Ansicht, daß künstliche Badesalze u. a. die möglichst analysengetreu hergestellt worden sind, auch außerhalb des Kurortes als den Originalen „fast" gleichwertige Erzeugnisse zur Behandlung von Kranken oder Erholungsbedürftigen in der Heimat angewandt werden können. Die Irrigkeit dieser Annahme zu beweisen ist eine Aufgabe, die nur im Interesse unserer kurbedürftigen Volksgenossen liegen kann.

Zur weiteren Klärung der Gegenüberstellung von Originalerzeugnis und Nachahmung auf dem Gebiete der Balneologie führte ich im Frühjahr 1939 tierexperimentelle Studien mit dem „Friedrich-Karl-Sprudel" aus Bad Vilbel und seiner künstlichen Nachahmung durch.

Nach Untersuchungen von Professor Dr. Popp hat der „Friedrich-Karl-Sprudel“ folgende Analyse:

Kationen:		Anionen:	
Kalium	14,58	Chlor	838,30
Natrium	926,30	Brom	0,28
Lithium	3,30	Jod	0,016
Ammonium	2,70	Sulfat	41,56
Calcium	470,80	Hydrophosphat	0,16
Strontium	2,17	Hydroarsenat	0,39
Magnesium	166,40	Hydrokarbonat	3312,00
Ferro	9,00		5785,00
Mangan	0,25	Borsäure	3,52
			5792,00
		Kieselsäure	17,2
			5809,00
		freies Kohlendioxyd	2663,00
			8472,23

Gramm in 1 kg Waser:

Natriumchlorid	1,352
Natriumbromid	0,0004
Kaliumchlorid	0,027
Natriumjodid	0,00002
Ammoniumchlorid	0,008
Natriumsulfat	0,061
Calciumhydroarsenat	0,0005
Calciumhydrophosphat	0,0002
Natriumhydrokarbonat	1,364
Lithiumhydrokarbonat	0,032
Calciumhydrokarbonat	1,903
Magnesiumhydrokarbonat	1,001
Strontiumhydrokarbonat	0,005
Eisenhydrokarbonat	0,029
Manganhydrokarbonat	0,0008
Borsäure	0,003
Kieselsäure	0,017
Summe der festen Bestandteile	5,80392
Freie Kohlensäure	2,663

Dieser Analyse genauestens entsprechend wurde für unsere Versuche von dem Chemiker Dr. Vogelsberger ein nachgebildetes Salzgemisch als „Künstlicher-Friedrich-Karl-Sprudel“ dargestellt.

Ich habe zunächst die Wirkungen des natürlichen und künstlichen Erzeugnisses auf den Zuckerstoffwechsel geprüft.

Seit etwa 1870 finden sich im Schrifttum Angaben über die gute Bekömmlichkeit von Mineralwässern bei Diabetikern. Aerztlich überwachte Trinkkuren mit dem „Karlsbader-Mühlbrunnen“ wurden bei Zuckerkranken von Kuelz[8], Rieß[9], Senator[10], Kratschmer[11] und Glax[12] mit Erfolg durchgeführt. Geiger und Kropf[13] untersuchten die beim Menschen beobachtete blutzuckersenkende Wirkung von „Karlsbader-Mühlbrunnen“ im Tierversuch. Dieser bietet jedenfalls ein objektiveres Bild als Versuche an Menschen, die besonders bei ambulanter Behandlung niemals so einheitlichen Umweltverhältnissen unterworfen werden können, wie es im Tierversuch jederzeit möglich ist. (Pfannenstiel[14] u. [14a]). Trotzdem konnten Arnoldi und Roubischek[15] u. [15a] im Anschluß an die Tierversuche von Geiger und Kropf mit dem „Karlsbader-Mühlbrunnen“ diesen entsprechende Ergebnisse auch bei Diabetikern erzielen.

Schon seit Jahren werden am hiesigen Institut fortlaufend Untersuchungen vorgenommen, die der Erforschung biologisch günstiger Wirkungen von Mineralwasser-Trinkturen dienen. Jusatz[16] prüfte das Mineralwasser „Staatlich-Fachingen“ bei Zuckerbelastungsversuchen am Kaninchen und fand eine Senkung der Hyperglykämie. Mit „Biskirchener-Karlssprudel“ vermochte Griese[17] ebenfalls eine Herabsetzung des Blutzuckerspiegels nach Zuckerbelastungsversuchen bei Kaninchen zu erzielen. Buhlan[18] fand nach Verabreichung von natürlichem „Hersfelder-Lullusbrunnen“, Lay[19] von „Radeiner“ Wasser, Jäger[20] von „Staatlich-Fachingen“, das ein halbes Jahr gelagert hatte, und Ewald[21] von „Staatsquelle Nieder-Selters“ ähnliche blutzuckersenkende Wirkungen.

Neben meinen tierexperimentellen Studien über die Einwirkungen von natürlichem und künstlichem Mineralwasser auf den Blutzuckerspiegel verfolgte ich auch, ob Aenderungen der Blutkatalase, des Hämoglobin-Gehaltes des Blutes und der Erythrocyten-Menge auftreten. Nach Verabreichung von „Staatlich-Fachingen“ beobachteten Pfannenstiel und Jusatz[22] eine Steigerung der Blutkatalase.

Außerdem erweiterte ich meine Versuche, indem ich neben der Mineralwasserverabreichung Vitamin-C gab, um womöglich dadurch noch stärkere Wirkungen zu erzielen. Pfannenstiel[2] u. [23] sprach bereits mehrfach die Vermutung aus, daß sich der Heileffekt von Mineralwasser-Trinkkuren durch gleichzeitige richtig dosierte Vitaminzufuhr wesentlich günstiger gestalten ließe. Illènyi[3], Meier[24] und König[5] bestätigten mit ihren Untersuchungen diese Annahme.

Vitamin-C ist zur Aufrechterhaltung der natürlichen Widerstandskraft gegenüber Infektionen unbedingt erforderlich, wie Arbeiten von Jusatz[25], Büsing[26], Wüllner[27], Harmsen[28] u. a. zeigen.

Nach Bartelheimer[29] kommt es beim Diabetiker nach Vitamin-C-Gaben zu einem Abfall der Blutzuckerwerte, Borsetti[30] gab

bei hyperglykämischen Kaninchen nach Vitamin-C-Verabreichung eine Schwächung der Hyperglykämie an. Oshima[31] stellte fest, daß die Ascorbinsäure beim Diabetiker den Blut- und Harnzucker senkt. Nach Frada[32] erniedrigen nur kleine Dosen Ascorbinsäure den Blutzucker, Dee Lucia[33] kam zum gleichen Ergebnis. van der Loo[34] fand nach regelmäßiger Zufuhr von größeren Gaben von Ascorbinsäure eine Verminderung der Zuckerausscheidung.

Die Untersuchungen von Jusatz[35] ergaben einen günstigen Einfluß von Vitamin-C auf den Katalasegehalt des Blutes.

Nach Aszodi[36] erhöhten sich nach Einverleibung von Vitamin-C im Tierversuch die Zahlen der Erythrocyten.

Versuchsanordnung

Als Versuchstiere wurden Kaninchen benutzt, die sich nach Meißner[37], Alston[38] und Holsen[39] zu derartigen Versuchen besonders gut eignen. Die Tiere teilte ich in 6 Versuchsgruppen zu je 6 Tieren ein.

Gruppe

II erhielt tgl. 40 ccm Künstl. Mineralwasser
I erhielt tgl. 40 ccm „Friedrich-Karl-Sprudel"
III erhielt tgl. 40 ccm Leitungswasser
IV erhielt tgl. 40 ccm „Sprudel" + Vitamin-C (100 mg Redoxon)
V erhielt tgl. 40 ccm Künstl. Mineralw. + Vitamin-C („ „)
VI erhielt tgl. 40 ccm Leitungswasser + Vitamin-C. („ „)

Zunächst wurde bei allen Tieren der Blutzucker, die Blutkatalase, der Hämoglobingehalt und die Erythrocyten-Menge bestimmt. Die Prüfung des Blutzuckerspiegels erfolgte nach der Methode von Hagedorn-Jensen und die Blutkatalase-Bestimmung mit dem von Jusatz und Kleinsorgen[40] angegebenen Apparat, der nach dem Prinzip eines Auftriebvolumeters arbeitet. Diese volumetrische Methode ist von Jusatz[41] eingehend erläutert worden.

Zur Untersuchung des Hämoglobingehaltes diente das Hämatometer von Sahli.

Nach einem dreitägigen Uebergangsfutter aus rohen Rüben und gekochten Kartoffeln wurden ausschließlich gekochte Kartoffeln gefüttert, um eine Herabsetzung der Zuckertoleranz zu erreichen. Um jede Vitaminquelle auszuschalten, diente den Tieren als Unterlage Torf statt Heu. 28 Tiere überstanden diese 26-tägige Vorbereitungszeit und befanden sich danach in einem aneubiotischen, also gewissermaßen erholungsbedürftigen Zustand. Nun wurden die oben genannten 4 Bestimmungen wiederholt. Es hatte sich bei allen Tieren eine Hyperglykämie eingestellt. Nachdem morgens vor der Fütterung der Nüchternwert bestimmt worden war, schloß sich der Staub'sche Doppelbelastungsversuch an. Pro Kilogramm Körpergewicht 4 g Glukose („Dextropur"-Maizenapräparat) in 30 ccm trinkwarmem Leitungswasser aufgelöst, wurden mittels 50 ccm Re-

kordspritze durch eine Schlundsonde den Kaninchen in den Magen eingeführt. Diese Zuckergaben vertrugen die Tiere gut. Innerhalb der folgenden 2 Stunden wurden alle halbe Stunde der Blutzuckerwert bestimmt und anschließend die zweite Glukosebelastung ausgeführt. Es folgten zwei weitere Blutzuckerbestimmungen nach Ablauf von je einer Stunde.

Nach Feststellung der Mangelfutterwerte setzte die Einverleibung der verschiedenen Wässer ein. Die Tiere erhielten täglich aus frischgeöffneten Flaschen mittels Rekordspritze intrastomachal etwa 40 ccm zimmerwarmen natürlichen bzw. künstlichen „Friedrich-Karl-Sprudel". Der Kontrollgruppe wurden in der gleichen Weise dieselben Mengen Leitungswasser einverleibt.

Die Gruppen IV—VI bekamen außerdem täglich Einspritzungen von Vitamin-C (Redoxon-Roche) in einer Menge von 100 mg intramuskulär. Nach 17-tägiger und weiterer 11-tägiger Zufuhr des betreffenden Wassers bzw. Einspritzung der l-Ascorbinsäure wurden alle Bestimmungen erneut durchgeführt.

In den folgenden Tabellen und Abbildungen sind die Ergebnisse dargestellt:

Tabelle der Nüchtern- und Vierstundenmittelwerte (s. Abb. 1)
vor und **nach** Gaben von natürlichem „Friedrich-Karl-Sprudel“,
von künstlichem Mineralwasser und
von gewöhnlichem Leitungswasser, in mg%.

	Nüchternwerte:				Vierstd.-Mittel-Werte:	
	Normales Futter	n. 26 Tg. Mangelfutter	n. 17 Tg. Zufütt.	n. weit. 11 Tg. Zufütt.	n. 26 Tg. Mglfutter	n. 28 Tg. Zufütt.
Tier Nr.	I.	II.	III.	IV.		
Tab. 1	**„Friedrich-Karl-Sprudel-Tiere“**					
286	123	164	130	123	149	110
289	111	142	126	120	133	120
290	93	118	98	90	123	103
291	89	92	90	90	112	114
313	115	130	120	118	118	102
Mittelwert	106	129	113	108	127	109
Differenz		IV. zu II. = — 21			Differenz = — 18	
Tab. 2	**„Künstliche Mineralwasser-Tiere“**					
301	95	105	104	126	112	122
302	115	132	130	124	125	120
304	89	109	115	111	115	119
306	110	121	117	119	120	118
307	112	143	143	143	134	136
Mittelwert	102	122	122	125	121	123
Differenz		IV. zu II. = + 3			Differenz = + 2	
Tab. 3	**„Leitungswasser-Tiere“**					
314	103	119	118	116	116	130
315	102	116	117	120	125	125
316	94	135	166	167	146	177
317	98	127	126	129	130	155
Mittelwert	99	124	132	133	129	146
Differenz		IV. zu II. = + 9			Differenz = + 17	

Blutzucker

Abb. 1

N = Natürl. Mineralwasser
K = Künstl. Mineralwasser
L = Leitungswasser

|||| = vor dem Versuch
■ = nach dem Versuch

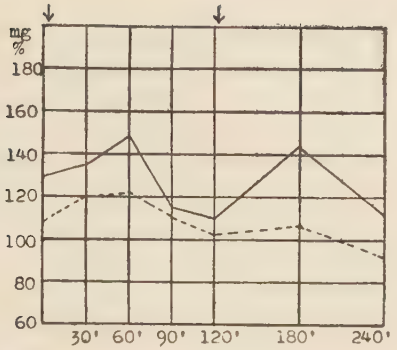

Abb. 1 a
Natürl. Mineralwasser-Gruppe (Mittelwerte)

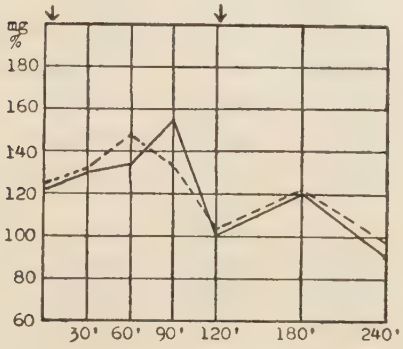

Abb. 1 b
Künstl. Mineralwasser-Gruppe (Mittelwerte)

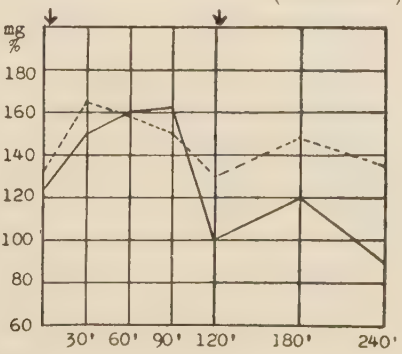

Abb. 1 c
Leitungswasser-Gruppe (Mittelwerte)

——— vor Wassergaben — — — nach Wassergaben ↓ Glukose-Belastung

Tabelle der Nüchtern- und Vierstundenmittelwerte (s. Abb. 2)
vor und **nach** Gaben von natürlichem „Friedrich-Karl-Sprudel" + Redoxon,
von künstlichem Mineralwasser + Redoxon und
von gewöhnlichem Leitungswasser + Redoxon, in mg%

		Nüchternwerte:			Vierstd.-Mittel-Werte:	
	Normales Futter	n. 26 Tg. Mangelfutter	n. 17 Tg. Zufütt.	n. weit. 11 Tg. Zufütt.	n. 26 Tg. Mgfutter	n. 28 Tg. Zufütt.
Tier Nr.	I.	II.	III.	IV.		
Tab. 4	**„Friedrich-Karl-Sprudel-Tiere"**					
292	122	149	140	100	160	127
294	80	118	108	88	125	95
295	106	173	117	110	152	128
296	107	145	108	98	158	123
Mittelwert	104	146	118	99	149	118
Differenz		IV. zu II. = — 47			Differenz	= — 31
Tab. 5	**„Künstliche Mineralwasser-Tiere"**					
293	91	95	134	135	168	110
308	110	175	148	107	145	139
309	123	129	126	126	165	144
310	106	165	116	116	177	154
312	122	178	118	100	159	124
Mittelwert	110	148	128	117	163	134
Differenz		IV. zu II. = — 31			Differenz	= — 29
Tab. 6	**„Leitungswasser-Tiere"**					
318	80	139	100	91	135	119
319	92	137	90	90	140	120
320	132	137	110	107	158	118
321	130	134	130	135	163	123
322	105	112	95	96	150	121
Mittelwert	108	132	105	103	149	120
Differenz		IV. zu II. = — 29			Differenz	= — 29

Blutzucker

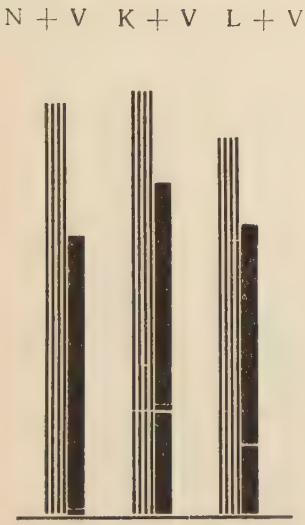

Abb. 2

N + V = Natürl. Mineralwasser + Vit. C
K + V = Künstl. Mineralwasser + Vit. C
L + V = Leitungswasser + Vit. C

▨ = vor dem Versuch
■ = nach dem Versuch

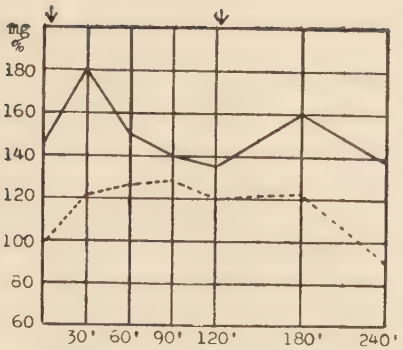

Abb. 2 a
Natürl. Mineralwasser + Vit. C (Durchschnitt)

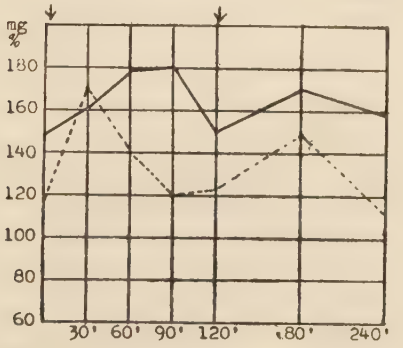

Abb. 2 b
Künstl. Mineralwasser + Vit. C-Gruppe (Durchschnitt)

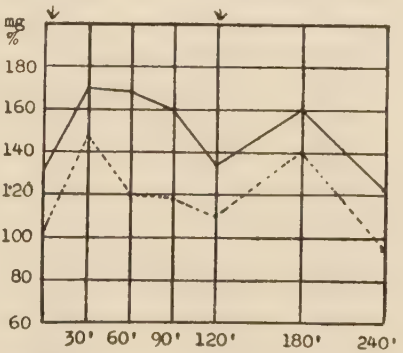

Abb. 2 c
Leitungswasser + Vit. C-Gruppe (Durchschnitt)

——— vor Wassergaben – – – nach Wassergaben ↓ Glukose-Belastung

Katalase-Index-Werte (s. Abb. 3/4)

Tier Nr.	Normale Kost	Nach 26 Tg. Mangelfütterung	Nach 17 Tg. Zufütterung	Nach 28 Tg. Zufütterung	II geg. I %
	I		II		
Tab. 7	**„Friedrich-Karl-Sprudel-Tiere“**				
286	3,077	2,901	3,399	3,404	
289	5,089	4,793	5,714	6,111	
290	4,360	4,149	4,225	4,286	
291	4,000	4,000	4,223	4,223	
313	4,745	4,615	5,200	5,400	
Durchschnitt	4,254	4,092	4,552	4,685	+ 14,25
Tab. 8	**„Künstl. Mineralwasser-Tiere“**				
301	5,048	4,077	4,250	4,054	
302	4,000	3,550	3,800	3,650	
304	3,739	3,636	3,600	3,556	
306	3,900	3,621	3,700	4,025	
307	4,082	4,000	3,700	3,550	
Durchschnitt	4,154	3,777	3,810	3,767	— 0,26
Tab. 9	**„Leitungswasser-Tiere“**				
314	4,301	4,125	4,150	3,000	
315	4,107	4,000	4,167	3,636	
316	4,528	4,445	4,319	4,049	
317	4,783	4,546	4,524	3,750	
Durchschnitt	4,430	4,279	4,290	3,609	— 15,66
Tab. 10	**„Friedrich-Karl-Sprudel-Tiere“ + Redoxon**				
292	3,818	3,721	4,565	5,000	
294	4,000	3,830	4,565	5,320	
295	4,000	3,804	4,750	5,897	
296	3,621	3,200	4,348	5,000	
Durchschnitt	3,860	3,639	4,807	5,304	+ 45,75
Tab. 11	**„Künstl. Mineralwasser-Tiere“ + Redoxon**				
293	4,727	4,615	6,000	7,111	
308	6,739	5,400	6,512	6,327	
309	4,348	4,063	4,744	4,744	
310	4,222	4,318	4,444	4,524	
Durchschnitt	4,892	4,304	5,077	5,304	+ 23,23
Tab. 12	**„Leitungswasser-Tiere“ + Redoxon**				
318	5,109	4,884	4,783	5,444	
319	4,615	4,375	4,286	4,634	
320	4,808	4,634	5,333	5,444	
321	3,061	2,766	3,000	3,800	
322	4,314	4,508	4,545	4,886	
Durchschnitt	4,381	4,233	4,389	4,842	+ 14,39

Blutkatalase

Abb. 3

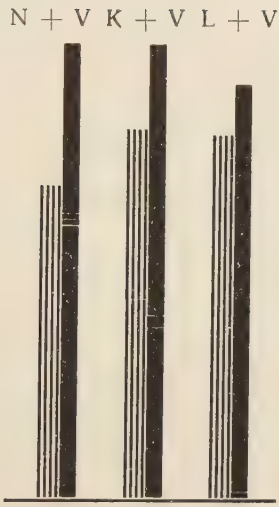

Abb. 4

N = Natürl. Mineralwasser
K = Künstl. Mineralwasser
L = Leitungswasser

N + V = Natürl. Mineralwasser + Vit. C
K + V = Künstl. Mineralwasser + Vit. C
L + V = Leitungswasser + Vit. C

|||| = vor dem Versuch ■ = nach dem Versuch

Haemoglobingehalt (s. Abb. 5/6)

Tier Nr.	Normale Kost	Nach 26 Tg. Mangelfütterung I	Nach 17 Tg. Zufütterung II	Nach 28 Tg. Zufütterung II	II geg. I %
Tab. 13	**„Friedrich-Karl-Sprudel-Tiere“**				
286	63	61	58	57	
289	55	56	46	46	
290	70	66	50	48	
291	73	70	55	55	
313	63	67	61	59	
Durchschnitt	65	64	54	53	— 17,19
Tab. 14	**„Künstl. Mineralwasser-Tiere“**				
301	62	56	42	39	
302	67	66	53	49	
304	70	70	63	59	
306	67	64	60	56	
307	70	69	62	62	
Durchschnitt	67	65	56	53	— 18,46
Tab. 15	**„Leitungswasser-Tiere“**				
314	64	64	52	49	
315	76	66	60	60	
316	63	67	45	44	
317	55	56	47	44	
Durchschnitt	65	63	51	49	— 22,22
Tab. 16	**„Friedrich-Karl-Sprudel-Tiere“ + Redoxon**				
292	81	56	55	57	
294	71	62	60	60	
295	81	63	63	64	
296	84	60	59	63	
Durchschnitt	79	60	59	61	+ 1,67
Tab. 17	**„Künstl. Mineralwasser-Tiere“ + Redoxon**				
293	70	67	67	69	
308	72	69	68	69	
309	62	61	62	62	
310	69	65	63	62	
312	69	60	62	63	
Durchschnitt	68	64	64	65	+ 1,56
Tab. 18	**„Leitungswasser-Tiere“ + Redoxon**				
318	70	67	61	62	
319	67	65	50	52	
320	64	51	56	57	
321	57	52	62	62	
322	71	66	62	63	
Durchschnitt	66	60	58	59	— 1,67

Haemoglobin-Gehalt

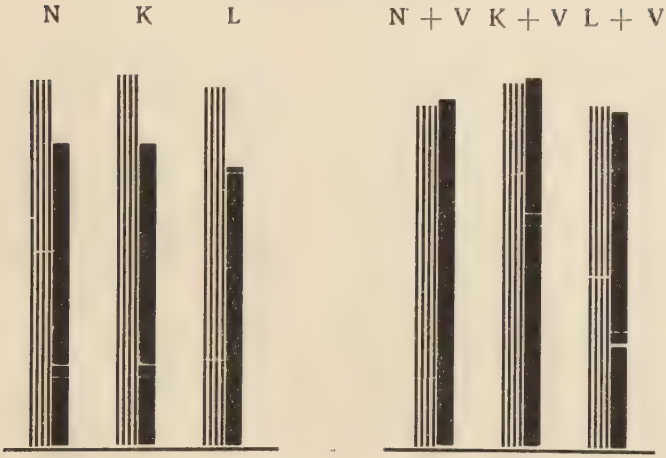

Abb. 5 Abb. 6

N = Natürl. Mineralwasser

K = Künstl. Mineralwasser

L = Leitungswasser

|||| = vor dem Versuch

N + V = Natürl. Mineralwasser + Vit. C

K + V = Künstl. Mineralwasser + Vit. C

L + V = Leitungswasser + Vit. C

■ = nach dem Versuch

Erythrocyten-Menge (s. Abb. 7/8)

Tier Nr.	Normale Kost I	Nach 26 Tg. Mangelfütterung	Nach 17 Tg. Zufütterung II	Nach 28 Tg.	II geg. I %
Tab. 19	**„Friedrich-Karl-Sprudel-Tiere“**				
286	4,6	4,5	4,6	4,7	
289	3,9	3,9	3,4	3,6	
290	4,8	4,7	4,3	4,2	
291	5,3	5,0	4,4	4,5	
313	5,5	5,2	5,0	5,0	
Durchschnitt	4,8	4,7	4,3	4,4	— 6,36
Tab. 20	**„Künstl. Mineralwasser-Tiere“**				
301	5,1	4,7	4,0	3,7	
302	5,0	4,6	4,0	4,5	
304	5,6	5,5	5,0	4,5	
306	5,0	4,5	3,9	4,2	
307	4,9	5,0	4,6	4,5	
Durchschnitt	5,1	4,9	4,3	4,3	— 12,24
Tab. 21	**„Leitungswasser-Tiere“**				
314	5,0	4,0	3,8	2,9	
315	5,6	5,0	4,8	4,4	
316	5,3	4,5	4,4	4,4	
317	4,6	4,4	4,2	4,0	
Durchschnitt	5,1	4,5	4,3	3,9	— 13,33
Tab. 22	**„Friedrich-Karl-Sprudel-Tiere“ + Redoxon**				
292	5,5	4,3	4,6	4,6	
294	5,0	4,7	4,6	4,7	
295	5,0	4,0	4,0	3,9	
296	5,8	5,0	4,6	4,3	
Durchschnitt	5,3	4,5	4,5	4,4	— 2,22
Tab. 23	**„Künstl. Mineralwasser-Tiere“ + Redoxon**				
293	5,5	5,2	5,0	4,5	
308	4,6	5,0	4,5	4,9	
309	4,6	4,0	3,9	3,9	
310	4,5	4,8	4,5	4,2	
Durchschnitt	4,9	4,7	4,4	4,3	— 8,51
Tab. 24	**„Leitungswasser-Tiere“ + Redoxon**				
318	4,6	4,3	4,6	4,5	
319	5,2	4,8	4,2	4,1	
320	5,2	4,1	4,5	5,0	
321	4,9	4,7	5,0	5,0	
322	5,1	4,8	4,4	4,3	
Durchschnitt	5,0	4,5	4,5	4,6	+ 2,22

Erythrocyten-Menge

Abb. 7

Abb. 8

N = Künstl. Mineralwasser

K = Natürl. Mineralwasser

L = Leitungswasser

N + V = Natürl. Mineralwasser + Vit. C

K + V = Künstl. Mineralwasser + Vit. C

L + V = Leitungswasser + Vit. C

|||| = vor dem Versuch ■ = nach dem Versuch

ERGEBNISSE

1. Wasserwirkungen ohne Vitamin C

a) Blutzucker.

Durch Verabreichung von „Friedrich-Karl-Sprudel" wird der infolge der Kartoffelfütterung angestiegene Blutzuckernüchternwert erheblich erniedrigt. Der Durchschnittswert von 108 mg% hat praktisch den normalen Wert von 106 mg% erreicht (siehe Tabelle 1). Der Vierstunden-Mittel-Wert ist gesunken. Die Belastungskurven verliefen tiefer als die vor den Heilwassergaben gefundenen (siehe Abb. 1 a). Bei Verabreichung des „Künstlichen Mineralwassers" erwies sich der Blutzucker-Nüchternwert als gesteigert, die Belastungskurven liegen teils oberhalb, teils fast in gleicher Höhe des Normalwertes.

Obwohl man annehmen könnte, daß Wasserzufuhr an sich den Blutzucker herabsetzt, ließen die Leitungswasser-Kontrolltiere aber kein Absinken der Blutzuckerwerte erkennen, sondern ihr Blutzuckerspiegel blieb mit einer Ausnahme noch weiterhin erhöht. Jusatz, Geiger, Kropf, Lay und Griese konnten gleichfalls an den Leitungswasser-Kontrolltieren keine Beeinflussung des Blutzuckerspiegels beobachten. Die Belastungskurven verliefen mit geringen Schwankungen oberhalb derer, die vor der Wassergabe festgestellt worden waren.

Worauf die blutzuckersenkende Wirkung gewisser Mineralwässer beruht, ist heute noch nicht eindeutig geklärt. In vielen Untersuchungen hat sich ergeben, daß Alkalizufuhr die Ausschüttung körpereigenen Insulins fördert, im Gegensatz zur hemmenden Wirkung von Säuregaben. Jusatz[42] vermutete, daß die blutzuckersenkende Wirkung eines Mineralwassers auf dessen Alkaligehalt zurückzuführen sei. Wie aus der Analyse ersichtlich ist, zeichnet sich der „Friedrich-Karl-Sprudel", genau wie das „Radeiner" und das „Fachinger" Wasser durch eine hohe Hydrokarbonatkonzentration aus. Demnach würde es infolge des hohen Hydrokarbonatgehaltes zu einer beschleunigten und vermehrten Insulinausschüttung kommen.

Von verschiedenen Autoren wird darauf hingewiesen, daß von besonderer Bedeutung die Wirkung der Trinkkur auf den Mineralhaushalt ist. Nach Grafe[43] sind Aenderungen im Mineralbestand des Körpers möglich.

b) Katalase-Index.

Die Katalase-Index-Werte sind bei den „Friedrich-Karl-Sprudeltieren" nach Zufütterung um ca. 14% gestiegen (siehe Abb. 3). Die Erhöhung des Katalaseindex zeigt, daß die fermentative Stoffwechselintensität sich verbessert hat. Die „Künstlichen-Mineralwassertiere" haben den Katalase-Wert fast auf der gleichen Höhe gehalten, während es bei den „Leitungswassertieren" zu einem Absinken von ca. 15% kam.

c) Hämoglobin und Erythrocyten-Zahl.

Der Hämoglobin-Gehalt und die Erythrocyten-Zahl sind bei den drei Gruppen fast gleichmäßig abgesunken. Der Wert bei den Leitungswassertieren liegt um ein geringes tiefer wie der, der „Friedrich-Karl-Sprudeltiere".

Die Ursache für dieses Absinken der Hämoglobin- und Erythrocyten-Werte dürfte in der Hydrämie zu suchen sein, die bei den für die Kaninchen doch sehr beträchtlichen Wassergaben unvermeidlich eintreten muß. Außerdem veranlassen wahrscheinlich auch die häufigen kleinen Blutentnahmen eine leichte Anämie, die durch die einverleibten Mineralionen nicht mehr ganz kompensiert werden kann. Die im Tierversuch erzielte Hämoglobin-Verminderung ist beim Menschen, der das Heilwasser in verhältnismäßig weit geringeren Mengen aufnimmt ohne dabei Blutverluste zu erleiden, nicht zu erwarten.

Für das verschiedenartige Verhalten natürlichen und künstlichen Mineralwassers sind nach von Dungern[6], der Untersuchungen mit dem „Altheider-Sprudel" und seiner Nachahmung durchführte, „analytisch-chemisch dafür verantwortlich zu machende Unterschiede nicht faßbar". Er nimmt an, „daß physikalisch-chemische Unterschiede, wie der Ionisierung, Komplexionenbildung, Ionenladung vorliegen, die veränderte Resorptionsverhältnisse" und „veränderte Einflußmöglichkeiten auf den Mineralwasserhaushalt mit sich bringen".

2. Wasserwirkungen mit Vitamin C

a) Blutzucker.

Der Blutzuckerspiegel der „Friedrich-Karl-Sprudel-Tiere", die Redoxon erhielten, sinkt unter den normalen Wert. Bei den „Friedrich-Karl-Sprudel-Tieren", die kein Vitamin-C bekamen, fällt der Blutzucker-Durchschnittswert um ca. 21 mg% und nach Gaben von l-Ascorbinsäure um ca. 47 mg%. Der Abfall ist also größer als der bei den Sprudeltieren ohne Redoxon-Verabreichung. Die Summation der Wirkungen bestätigt die von Pfannenstiel[2] ausgesprochene Vermutung, daß Mineralwasser-Trinkkuren mit gleichzeitig richtig dosierter Vitamin-Zufuhr wesentlich günstigere Ergebnisse zeitigen werden.

Die mit künstlichem Mineralwasser versehenen Kaninchen zeigen bei gleichzeitiger Einverleibung von Redoxon ebenfalls ein Absinken des Blutzuckers. Ein solches ist aber auch bei den „Leitungswasser-Kontrolltieren", die Redoxon-Einspritzungen bekommen hatten, zu beobachten. Die Belastungskurve dieser Leitungswasser-Kontrollgruppe verläuft nach 28-tägiger Zulage von Redoxon nahezu unverändert. Demnach scheint die l-Ascorbinsäure nicht über die Langerhans'schen Inseln zu wirken, denn es kommt nicht zu einer erhöhten Ausschüttung von Insulin. Nach Bartelheimer[29] soll

der Angriffspunkt des Vitamin-C im Zellstoffwechsel, besonders in der Leber liegen.

Die Versuche von Hirata[44] ergaben die Möglichkeit der Regulierung der Leberfunktion durch Vitamin-C.

b) Katalase-Index.

Die Index-Werte der Katalase sind in allen drei Gruppen, die l-Ascorbinsäure erhielten, um ca. 30% erhöht gegenüber den Werten der Tiere, die kein Redoxon bekamen.

Es kommt demnach unter der Einwirkung von Vitamin-C zu einer Anregung der fermentativen Tätigkeit. Dabei zeigt sich ein deutlicher Synergismus der Heilwasser- und der Vitamin-C-Wirkung. Die Erhöhung der Blutkatalase erfährt bei gleichzeitiger Darreichung von „Friedrich-Karl-Sprudel" und Redoxon geradezu eine Potenzierung.

c) Hämoglobin und Erythrocyten-Zahl.

Der Hämoglobin-Gehalt und die Erythrocyten-Werte sind in den drei Gruppen nach Vitamin-C-Gaben nicht weiter abgesunken wie der Wert der Tiere, die l-Ascorbinsäure nicht erhielten, sondern hat sich praktisch auf der gleichen Höhe gehalten wie nach der 26-tägigen Mangelfütterung.

Bei einer Reihe von Tieren kam es sogar zu einem geringen Ansteigen der Werte.

Die Annahme, daß das Vitamin-C hier unmittelbar auf das Wachstum und die Reife der Erythrocyten einwirkt, dürfte nicht zutreffen. Wie oben bereits erwähnt, kam es im Verlauf der Trinkkur zu einer Hydrämie und damit zwangsläufig zu einem Absinken des Hämoglobin-Gehaltes und der Erythrocyten-Menge.

Da nun aber die Verabreichung von Vitamin-C eine Diurese hervorruft, wie Wüllner[27] angibt, so kommt es demnach bei meinen Versuchstieren nach Vitamin-C-Gaben durch die Diurese-Wirkung zu einer Abgabe des überflüssigen Wassers im Blut und somit zu einer Verhinderung der Hydrämie.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Ausschließliche Kartoffelfütterung führt zur Blutzuckersteigerung beim Kaninchen.
2. Alimentär hyperglykämische Kaninchen zeigen nach 28-tägiger Zufütterung von frischem „Friedrich-Karl-Sprudel" — einem „muriatisch-alkalisch-erdigen Säuerling" — eine deutliche Herabsetzung der Blutzuckernüchternwerte.
3. Im Staub'schen Doppelbelastungsversuch findet sich nach Verabreichung von „Friedrich-Karl-Sprudel" eine fast regelmäßig niedriger verlaufende Blutzuckerkurve einschließlich des Vierstunden-Mittel-Wertes.

4. Das zum Vergleich herangezogene dem natürlichen Sprudel analysengetreue künstliche Mineralwasser vermag dagegen den Blutzuckerspiegel nicht zu beeinflussen.
5. Durch reine Flüssigkeitszufuhr wurde keine günstige Wirkung auf den blutzuckerregulatorischen Mechanismus hervorgerufen, denn die Leitungswasser-Kontrolltiere wiesen eine Steigerung des Blutzuckers auf.

   Die Zuckerbelastungskurve zeigte einen erhöhten Verlauf.
6. Die Blutkatalase erfährt durch die Verabreichung von „Friedrich-Karl-Sprudel" eine Steigerung, während das künstliche Mineralwasser keine Wirkung hat.
7. Die gleichzeitige Einverleibung von Vitamin-C und der drei verschiedenen Wässer vermag in allen Fällen den Blutzucker herabzusetzen.
8. Die Blutzuckerbelastungskurven zeigen nach Vitamin-C-Gaben keine wesentlichen Veränderungen.
9. Nach Zuführung von „Friedrich-Karl-Sprudel" und Vitamin-C ergibt sich eine potenzierte Erhöhung der Blutkatalase-Index-Werte.
10. Die durch die Wasserzufuhr bewirkte Hydrämie und die zu den Versuchen notwendigen Blutentnahmen haben ein Absinken des Hämoglobin-Gehaltes und der Erythrocyten-Menge zur Folge. Vitamin-C vermag durch Förderung der Diurese dieser wahrscheinlich nur im Tierversuch auftretenden Erscheinung entgegenzuwirken, sodaß die Werte praktisch unverändert bleiben.
11. Vitamin-C-Gaben unterstützen die therapeutischen Wirkungen des „Friedrich-Karl-Sprudels".
12. Um die stoffwechselanregende Wirkung des „Friedrich-Karl-Sprudel" noch weiter zu steigern, kann daher besonders bei der Behandlung von Diabetikern eine Vitamin-C-reiche Obst- und Gemüse-Diät empfohlen werden.

Literatur.

1. Ulsamer, O.: Balneologe, S. 215 (1935).
2. Pfannenstiel, W.: Z. f. physik. Ther. **43,** 103 (1932).
3. Illènyi: Balneologe, S. 271 (1939).
4. Lay, H.: Siehe Pfannenstiel i. „Der Balneologe" (im Druck).
5. König, E. A.: Inaug.-Diss.: „Ueber die Beeinflussung der Blutbakterizidie durch natürlichen und künstlichen „Friedrich-Karl-Sprudel" mit und ohne Vitamin-C-Zusatz im Tierversuch." Marburg (1939).
6. Frh. v. Dungern, M.: Balneologe, S. 120 (1939).
7. Wieskowski, E.: Balneologe, S. 262 (1939).
8. Kuelz: Diabetes mellitus I. 31; II. 154. Marburg: Elwert (1874/75).
9. Rieß: Berl. klin. Wschr. (1877), Nr. 39.
10. Senator: „Diabetes" in von Ziemssens Handbuch der spez. Pathologie u. Ther. (1879).
11. Kratschmer: Zit. nach Glax, Lehrbuch der Balneologie II. 62. Stuttgart: Ferd. Enke (1897).

12. Glax, J.: Lehrb. d. Balneologie I. 36; II. 60. Stuttgart: Ferd. Enke (1897).
13. Geiger u. Kropf: Arch. exper. Path. u. Pharm. **147,** 217.
14. Pfannenstiel, W.: Balneologe, S. 565 (1936).
14a. derselbe: Med. Welt, S. 231 Jahrg. 8 (1937).
15. Arnoldi u. Roubischek: Dtsch. med. Wschr. I., 250 (1922).
15a. dieselben: Münch. med. Wschr., S. 702 (1923).
16. Jusatz, H. J.: Dtsch. med. Wschr., Nr. 29, S. 1124 (1933).
17. Griese, H.: Heft 7 d. klimatol.-hyg. Abt. a. d. Staatl. Forschungsabtl. f. Kurortwiss. Marburg (1937).
18. Buhlan, H.: Heft 3 daselbst. Marburg (1935).
19. Lay, H.: Heft 2 daselbst. Marburg (1936).
20. Jäger, H.: Heft 10 daselbst. Marburg (1938).
21. Ewald, W.: Inaug.-Diss.: „Die Beeinflussung der bakteriziden Kraft und des Blutzuckerspiegels durch Verabreichung von Staatsquelle Niederselters". Marburg (1939).
22. Pfannenstiel, W. u. Jusatz, H. J.: Z. f. exper. Med. **90,** 540 (1933).
23. Pfannenstiel, W.: Med. Welt, Nr. 18 (1938).
24. Meier, A.: Heft 16 d. klimatol.-hyg. Abt. a. d. Staatl. Forschungsabtl. f. Kurortwiss. Marburg (1937).
25. Jusatz, H. J.: Z. f. Immun. Forsch. **88,** S. 472 u. 483.
26. Büsing, K. H.: Münch. Med. Wschr., Nr. 15, S. 575 (1939).
27. Wüllner, W.: Inaug.-Diss.: „Tierexperimentelle Untersuchungen über die Einwirkung von Chinin, Redoxon und Chinin-Redoxon auf die Blutbakterizidie und Diurese". Marburg (1937).
28. Harmsen, H.: Rechts-, Steuer- u. Wirtschaftsfragen. Verlag Franz Vahlen, April (1939), Heft 1.
29. Bartelheimer, H.: Dtsch. Arch. klin. Med. **182,** 546 (1938).
30. Borsetti: Boll. Soc. ital. Biol. sper. **13,** 243 (1938. Ref.: Amer. Chem. Abstr., **32,** 6697.
31. Oshima: Med. Klinik, Nr. 8, 262 (1938).
32. Frada: Biochem. terap. sper. **24,** 329 (1927).
33. De Lucia: Boll. Soc. ital. Biol. sper. **12,** 607 (1937).
34. van der Loo: Nederl. Tijdschr. v. Geneesk., Nr. 7, 743 (1937).
35. Jusatz, H. J.: Klin. Wschr., Nr. 20, S. 727 (1934).
36. Aszodi: Orvosi Hetilap **81,** 916 (1937).
37. Meißner: Zbl. Bakt. I. Orig. **106,** 201 (1928).
38. Alston: Amer. J. exper. path. **9,** 300 (1928).
39. Holsen: Z. f. Vitamin-Forschung **1,** 3 (1932).
40. Jusatz u. Kleinsorgen: Reichspatentschrift, 504899.
41. Jusatz, H. J.: Klin. Wschr., S. 1188, S. 1501.
42. derselbe: Dtsch. Med. Wschr., S. 1024 (1933).
43. Grafe, E.: Balneologe, S. 276 (1937).
44. Hirata: Orient. J. Dis. Infants, **21,** 39 (1937).

Lebenslauf.

Am 24. Februar 1912 wurde ich, Erich Röhling, als Sohn des Lehrers Otto Röhling und seiner Ehefrau Anna, geb. Gentz, in Drübeck-Harz (Kr. Wernigerode) geboren. Ich besuchte die Grundschule in Drübeck-Harz, die Mittelschule und das Realgymnasium in Wernigerode, das ich nach Abschluß der Reifeprüfung Ostern 1933 verließ. Im Sommersemester 1933 begann ich das Medizinische Studium in Göttingen, wo ich die ärztliche Vorprüfung bestand. Im Herbst 1934 war ich im freiwilligen Arbeitsdienst. Nach dem 5. Semester setzte ich meine Ausbildung in Würzburg fort. Die letzten zwei Semester war ich an der Universität Marburg eingeschrieben und bestand dort im Februar 1939 das Staatsexamen.

Als Medizinalpraktikant arbeitete ich vom 1. März bis 3. Juni 1939 am Hygienischen Institut in Marburg, anschließend im Kreiskrankenhaus zu Quedlinburg. Ich erhielt die Bestallung ab 1. September 1939. Seit 1. November bin ich als Volontär-Assistent wieder am Hygienischen Institut in Marburg tätig.

Meine akademischen Lehrer waren:

In Göttingen: Binder, Blume, Ehrenberg, Fuchs, Gruber, Harder, Kühn, Pohl, Rein, Saller, Stadtmüller, Voit, Wartenberg, Windaus, Zimmermann.

In Würzburg: Bahls, Burkardt, Dyes, Flury, Gauß, Grafe, Groll, Horster, Jesinghaus, Kahlstorf, Kappis †, Knorr, Margraf, Marx, Müller, Reichardt, Rietschel, Schieck, Schmidt, Strieck, von Volkmann, Walcher, Weber, Zieler.

In Marburg: Baumann, Becher, Boeminghaus, Dittler, Förster, Gremels, Grüter, Hempel, Kehrer, Kestermann, Klapp, Klewitz, Kretschmer, Pfannenstiel, Rix, Ruete, Schwenkenbecher, Uffenorde, Versé, Winkler, Wiskott.

Zum Schluß möchte ich Herrn Professor Dr. W. Pfannenstiel für die Stellung des Themas und sein wohlwollendes Interesse an meiner Arbeit sowie seinem Assistenten Dr. K.-H. Büsing für die bereitwillige Beratung und Unterstützung meinen verbindlichsten Dank sagen.